

多数回の急峻曲げを有するバレーフォトニック結晶リング共振器の解析

Investigation of ring resonators formed in valley photonic crystals with multiple sharp bends

東大先端研¹, 東大生研², 慶應大³ ○山口拓人^{1,2}, 吉見拓展^{1,2}, 太田泰友³, 岩本敏^{1,2}

RCAST, The Univ. of Tokyo¹, IIS, The Univ. of Tokyo², Keio Univ.³

○T. Yamaguchi^{1,2}, H. Yoshimi^{1,2}, Y. Ota³, and S. Iwamoto^{1,2}

E-mail: takutoym@iis.u-tokyo.ac.jp

バレーフォトニック結晶 (VPC) 導波路では、急峻な曲げを伴った状態でも高効率な光伝搬が期待される[1-2]。この VPC 構造を用いたリング共振器[3-6]も検討され、光ルーティングデバイス[4]やノッチフィルター[5]としての利用が提案されている。一方、急峻な曲げ構造を用いて周回型 VPC 共振器を設計した際の、曲げ構造が共振器特性に与える影響[6]についてはこれまで深く検討されていなかった。今回、急峻曲げを有する VPC リング共振器について、曲げ回数を変化させつつ数値解析を行い、同曲げの共振特性への影響を調べたので報告する。

解析では半導体スラブ上にハニカム格子状に三角孔を配列させた VPC 構造 (格子定数 $a = 500$ nm、孔の一辺 $1.15a/\sqrt{3}$ 、 $0.55a/\sqrt{3}$) における Bearded 界面を用いて設計したリング共振器構造[5]を調べた (図 1(a))。三角形型共振器 (共振器長 $241a$) は下側の頂点付近で直線導波路と界面を一部共有している。本構造は直線導波路との結合部を除き 2 回の急峻曲げを含むが、共振器長を変えずに上側の頂点を長さ $15a$ だけ折り返した構造 (4 回あるいは 6 回曲げ構造) についても検討した。VPC 導波路のバンド構造を図 1(b)に示す。いま、各構造に対し直線導波路の左側から光を入力したときの共振周波数を 2 次元 FDTD 法により求めた。同じモード次数の共振周波数に着目し、2 回曲げ構造から曲げ回数を増加させた際の周波数シフトを図 1(c)に示す。このとき、K 点 ($\frac{a}{\lambda} = 0.2374$) より低 (高) 周波側では共振ピークがレッド (ブルー) シフトする一方、K 点近傍では不変となっていた。これらの結果は、急峻曲げが群速度分散に関与することを示唆している。詳細な解析結果は当日報告する。

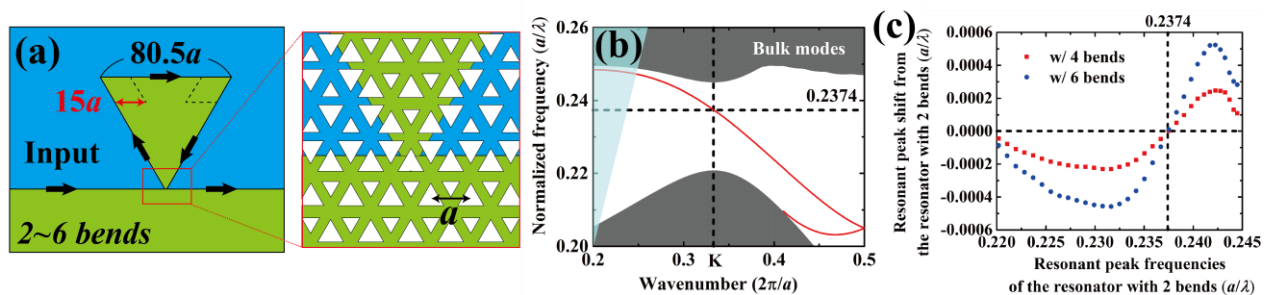


Fig. 1. (a) Schematic of a triangle-shaped ring resonator formed in a valley photonic crystal. By folding the upper corner(s), 4 (or 6) sharp bends can be embedded in the resonator while keeping the nominal resonator path length. (b) Dispersion curves of the edge states confined at the bearded VPC interface. Light-blue region shows leaky region. (c) Resonant peak shifts found in the resonators with 4 or 6 bends with respect to those in the triangle resonator.

謝辞：本研究は基盤研究 S 17H06138, 科研費特別推進研究 20J22862, NEDO JPNP14004 および JST-CREST (JPMJCR19T1)により遂行された。参考文献：[1] T. Yamaguchi, *et al.*, Appl. Phys. Express **12**, 062005 (2019). [2] H. Yoshimi, *et al.*, Opt. Express **29**, 13441 (2021). [3] 宮崎他, 第 68 回応物春季講演会, 17p-Z31-1 (2021). [4] M. J. Mehrabad, *et al.*, Optica **7**, 1690 (2020). [5] L. Gu, *et al.*, J. Light. Technol. Early Access (2021). [6] J. Ma, *et al.*, Laser Photonics Rev. **13**, 190087 (2020).